Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 1139-1150

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص 1150-1139

اثر تراکم بوته و مصرف منفرد و تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد بذر و موسیلاژ در گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.)

میثم خاوری[1]، محمدعلی بهدانی[2*] و حمیدرضا فلاحی[3]

تاریخ دریافت: 1397/02/30
تاریخ پذیرش: 1397/05/30

خاوری، م.، بهدانی، م.ع. و فلاحی، ح.ر. 1398. اثر تراکم بوته و مصرف منفرد و تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد بذر و موسیلاژ در گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.). بوم‌شناسی کشاورزی، 11 (3): 1150-1139.

چکیده

اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.) یکی از گیاهان دارویی مهم به‌شمار می‌رود که به‌دلیل طول دوره رشد نسبتاً کوتاه و نیاز آبی کم، با مناطق خشک و کم‌باران سازگاری مناسبی دارد. این آزمایش به‌منظور بررسی اثر تراکم بوته و مصرف منفرد و تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی اسفرزه، در سال زراعی 96-1395 به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی سرایان (دانشگاه بیرجند) اجرا شد. تیمارهای کودی شامل مصرف منفرد (40 تن در هکتار کود دامی و 40 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی از منبع کود کامل NPK) و تلفیقی (40 تن کود دامی + 20 کیلوگرم کود شیمیایی و 20 تن کود دامی +40 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی) منابع کودی بودند که در سه سطح تراکمی (20، 40 و 60 بوته در مترمربع) مورد ارزیابی قرار گرفتند. انتخاب تیمارهای کودی با توجه به نتایج آزمایشات قبلی بر روی اسفرزه و نیز محتوای عناصر غذایی موجود در خاک محل اجرای آزمایش صورت گرفت. صفات اندازه‌گیری شده شامل تعداد سنبله، وزن سنبله، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بذر، درصد موسیلاژ، فاکتور تورم بذر و میزان تورم بودند. نتایج نشان داد که در بین صفات مورد ارزیابی تنها اثر ساده مصرف منابع کودی بر عملکرد بذر و عملکرد موسیلاژ و اثر ساده تراکم بوته بر عملکرد بذر معنی‌دار بود. با افزایش تراکم کاشت، عملکرد بذر افزایش یافت، به‌طوری که مقدار این شاخص برای تراکم‌های 20، 40 و 60 بوته در مترمربع به‌ترتیب 459، 504 و 673 کیلوگرم در هکتار بود. مصرف تمامی منابع کودی میزان عملکرد بذر را کاهش داد. با این وجود به‌دلیل افزایش نسبیِ درصد موسیلاژ، میزان عملکرد موسیلاژ در تیمار مصرف هم‌زمان 40 کیلوگرم کود شیمیایی + 20 تن در هکتار کود گاوی حدود 15 درصد بیش‌تر از تیمار عدم مصرف کود بود. با توجه به اینکه صفات مربوط به عملکرد و اجزاء عملکرد اسفرزه از مصرف منابع کودی اثر نپذیرفتند، می‌توان بیان داشت که نیاز غذایی اسفرزه پایین است. بنابراین، به نظر می‌رسد مصرف منابع کودی در زراعتِ قبلی در طی تناوب و فراهمیِ باقی مانده کودهای آلی برای اسفرزه می‌تواند به‌عنوان راهکار پایدار برای تأمین نیاز غذایی این گیاه مدنظرقرار داده شود. اگرچه خاک محل انجام آزمایش از نظر عناصر غذایی غنی نبود، با توجه به زیست‌توده کم این گیاه احتمالاً سطوح کودی مورد استفاده در این آزمایش، بیش از نیاز غذایی اسفرزه بوده است.

واژه‌های کلیدی: تعداد سنبله، فاکتور تورم، کشاورزی پایدار، وزن هزار دانه

مقدمه

گیاهان دارویی از جمله منابع گیاهی با ارزش در گستره وسیع منابع طبیعی ایران هستند که شناخت و تولید علمی آن‌ها می‌توانند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال‌زایی، افزایش صادرات غیرنفتی و جلوگیری از فرسایش ژنتیکی گونه‌های دارویی ارزشمند به‌علت برداشت غیراصولی آن‌ها از رویشگاه‌های طبیعی داشته باشد

1، 2 و 3- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، استاد و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: mabehdani@birjand.ac.ir)
Doi: 10.22067/jag.v11i3.72846

(Mosavi et al., 2012). اسفرزه گیاهی متعلق به تیره بارهنگ است که در تهیه داروهای ضدسرفه و ضدالتهاب مورد استفاده قرار می‌گیرد و به‌دلیل فصل رشد کوتاه، نیاز رطوبتی کم و مقاومت نسبی به خشکی، برای کاشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک مناسب است (Davazdah Emami et al., 2008; Fallahi et al., 2018). با توجه به خصوصیات مطلوب اسفرزه برای کاشت در مناطق تحت تنش خشکی و به‌دلیل وجود بحران آب در بسیاری از مناطق ایران معرفی این گیاه به سیستم‌های زراعی برخی از مناطق کشور مفید ارزیابی می‌شود (Koocheki et al., 2004). یکی از اولین مطالعات پایه‌ای جهت معرفی گیاهان جدید به بوم‌نظام‌های زراعی بررسی پاسخ گیاه به تراکم کاشت و مصرف منابع تغذیه‌ای می‌باشد.

در تراکم مطلوب، عوامل محیطی مثل آب، نور و امکانات موجود در خاک به‌نحو مناسب‌تری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و رقابت‌های بین‌بوته‌ای و درون‌بوته‌ای به حداقل می‌رسد (Mosavi et al., 2012). تاکنون مطالعاتی در خصوص اثر تراکم کشت و میزان بذر مصرفی بر رشد و عملکرد اسفرزه به انجام رسیده و مصرف حدود 4 تا 12 کیلوگرم بذر در هکتار و استفاده از تراکم 70 تا 100 بوته در مترمربع توصیه شده است (Asghari Pourchman, 2001; Sabbagh Nekonam & Razmjoo, 2007; Rahimi et al., 2014). در کنار تراکم بهینهٔ کاشت، استفاده از منابع کودی و ارزیابی واکنش گیاه به مصرف کودهای دامی و شیمیایی در سطوح مختلف تراکم بوته دارای اهمیت است. هر چند در سیستم‌های زراعی رایج، مهم‌ترین منبع تأمین کننده عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان کودهای شیمیایی هستند، امّا در سال‌های اخیر به‌دلیل افزایش هزینه تولید کودهای شیمیایی و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مصرف آن‌ها، کودهای آلی از جمله کودهای دامی و بیولوژیک برای رفع نیاز تغذیه‌ای گیاهان و اصلاح خاک مورد توجه قرار گرفته است (Neisani et al., 2012).

کودهای دامی یک منبع زیستی با ارزش هستند که علاوه بر مزایای مثبت بوم‌شناختی و محیطی در ایجاد پایداری در کشاورزی، اصلاح خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و نیز افزایش توان حفظ رطوبت در خاک نقش مؤثری دارند (Fallahi & Mahmoodi, 2018). در آزمایشی بالاترین عملکرد دانه در گیاهان اسفرزه و پسیلیوم به‌ترتیب با مصرف 5 و 15 تن در هکتار کود دامی حاصل شد (Koocheki et al., 2004). پوریوسف (Pouryousef, 2011) در تحقیقی گزارش کرد که بیش‌ترین درصد موسیلاژ و بالاترین عملکرد ماده خشک و بذر اسفرزه از تیمار مصرف 20 تن کود گاوی در هکتار به‌دست آمد. نتایج پژوهش دیگری نیز حاکی از آن است که رشد گیاه اسفرزه در شرایط مصرف کودهای شیمیایی، ورمی‌کمپوست (شش تن در هکتار) و کود دامی (15 تن در هکتار) در مقایسه با عدم مصرف کود افزایش می‌یابد (Asadi et a;., 2015). هاندوی (Hendawy, 2008) نیز بیان داشت که ترکیبی از مواد آلی و عناصر پر نیاز نیتروژن، فسفر و پتاسیم همراه با استفاده از ریزمغذی-های روی، کلسیم و منیزیم باعث افزایش معنی‌دار رشد گیاه اسفرزه می‌شود. در پژوهشی دیگری مصرف منابع کودهای آلی و شیمیایی منجر به افزایش تولید بذر در اسفرزه شد (Ghasemi et al., 2011). در گیاه دارویی زیره سیاه (*Bunium persicum* L.) نیز اثرگذاری مصرف کودها بر رشد و عملکرد گیاه به اثبات رسیده است (Ghanbari et al., 2009).

کوتاه بودن دوره رشد و نمو، نیاز آبی پایین و تحمل بالا به خشکی از ویژگی‌های مناسب اسفرزه برای کاشت در مناطق نیمه-خشک همچون خراسان جنوبی می‌باشد و با توجه به اهمیت مدیریت تغذیه‌ای و تراکم مناسب برای کاشت گیاهان دارویی در هر منطقه، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر نوع و میزان کود مصرفی و تراکم بوته در واحد سطح بر عملکرد کمّی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه در شرایط آب‌وهوایی سرایان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار و تابستان سال 1396 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی سرایان با طول جغرافیایی 58 درجه و 31 دقیقهٔ شرقی و عرض جغرافیایی 33 درجه و 51 دقیقهٔ شمالی و ارتفاع 1484 متر از سطح دریا به‌منظور بررسی اثر تراکم و مدیریت تغذیه‌ای بر عملکرد کمّی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه اجرا شد. شهرستان سرایان دارای آب‌وهوای گرم‌وخشک می‌باشد و میانگین درازمدت دما و بارندگی سالیانه آن به‌ترتیب 24 درجه سانتی‌گراد و 152/8 میلی‌متر می‌باشد. مهم‌ترین اطلاعات اقلیمی این منطقه در طی دوره اجرای آزمایش در جدول 1 ارائه شده است.

جدول 1- برخی اطلاعات اقلیمی سرایان در طی دوره اجرای آزمایش
Table 1- Some climatic parameters of Sarayan during the experiment period

ماه Month	دمای حداقل Minimum temperature (ºC)	دمای حداکثر Maximum temperature (ºC)	میانگین دما Average temperature (ºC)	بارندگی Rainfall (mm)	تبخیر Evaporation (mm)	ساعات آفتابی Sunny hours	رطوبت نسبی Relative humidity (%)
فروردین March-April	12.9	24.9	18.9	0.3	6.42	8.07	36.9
اردیبهشت April-May	16.7	31.1	23.9	0.3	9.11	9.45	22.36
خرداد May-June	21.7	37.5	29.6	0	13.07	12.35	11.66
تیر June-July	21.9	36.7	29.3	0	13.31	12.5	14.16

عامل‌های مورد مطالعه به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد مقایسه قرار گرفتند. تیمارهای‌کودی شامل مصرف منفرد (40 تن در هکتار کود دامی و 40 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی از منبع کود کامل NPK) و تلفیقی (40 تن کود دامی +20 کیلوگرم کود شیمیایی و 20 تن کود دامی +40 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی) منابع کودی بودند. انتخاب تیمارهای کودی با توجه به یافته‌های آزمایشی مشابه (Nasirzade et al., 2015)، نتایج آنالیز خاک (جدول 3) و شناخت اولیه مجریان طرح از نیازهای زراعی اسفرزه صورت گرفت. فاکتور تراکم کاشت نیز در سه سطح 20، 40 و 60 بوته در متر مربع ارزیابی شد. تمامی کود دامی از نوع گاوی پوسیده دو هفته قبل از کاشت گیاه مصرف شد. در تیمار کود شیمیایی نیز از کود کامل NPK (با نسبت 20: 20: 20 از نیتروژن، P_2O_5 و K_2O) استفاده شد. کود شیمیایی در دو مرحله در تاریخ‌های 19 و 27 اردیبهشت مصرف شد. درصد برخی از عناصر موجود در کود گاوی مورد استفاده در جدول 2 آورده شده است.

جدول 2- ترکیب مواد معدنی موجود در کود گاوی مورد استفاده در آزمایش
Table 2- Mineral composition of cow manure used in the experiment

عنصر Nutrient	نیتروژن N	فسفر P	پتاس K	کلسیم Ca	منیزیم Mg	سدیم Na	گوگرد S
درصد (%)	2.26	0.64	2.04	1.42	0.44	0.15	0.40

پس از اجرای عملیات آماده‌سازی شامل شخم، دیسک و تسطیح زمین، کرت‌های آزمایشی با ابعاد 2/5×2 متر ایجاد شد و در درون هر کرت تعداد پنج جوی- پشته احداث گردید. قبل از اجرای آزمایش یک نمونه خاک مرکب از محل اجرای آزمایش تهیه شد و در آزمایشگاه برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد (جدول 3). کاشت بذر در 21 فروردین ماه سال 1396 با تراکم بیش از سطوح تعریف شده به‌صورت کاشت در طرفین پشته انجام شد و پس از رسیدن گیاه به مرحله سه‌برگی عمل تنک کردن بوته‌ها جهت حصول تراکم مورد نظر در هر کرت انجام شد. کاشت بذر به‌صورت سطحی (عمق حدود یک سانتی‌متر) صورت گرفت و روی بذور با استفاده از ماسه‌بادی پوشانیده شد. در طی فصل رشد گیاه پنج مرحله آبیاری در مراحل جوانه‌زنی، سبز شدن، پنجه‌دهی، ظهور سنبله و دانه بستن صورت گرفت. آبیاری به‌صورت سیفونی انجام و در هر مرتبه حدود 600 مترمکعب آب در هکتار مصرف شد. برای ممانعت از اختلاط اثر تیمارهای کودی در اثر آبیاری، ضمن ایجاد مرزهای خاکی در اطراف کرت‌ها، بین کرت‌های آزمایشی نیز فاصله کافی و به‌موازات هر بلوک آزمایشی نیز یک جوی برای دفع هرزآب احتمالی خارج شده از کرت‌ها در نظر گرفته شد.

جدول 3- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 3- Physical and chemical properties of the soil in the experimental site

بافت Texture	شن Sand	رس Clay	سیلت Silt	سدیم کل Total sodium	پتاسیم کل Total potassium	فسفر کل Total phosphorus	کربن آلی Organic carbon (%)	درصد نیتروژن کل Total nitrogen (%)	شاخص واکنش pH	هدایت الکتریکی Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)
		(%)			($mg.kg^{-1}$)					
لومی Loamy	28	25	47	35.7	105	9	0.37	0.09	7.9	0.93

به‌منظور ارزیابی اثر فاکتورهای آزمایشی بر رشد زایشی اسفرزه، در مرحله رسیدگی کامل گیاه (مصادف با 12 تیر ماه)، تعداد پنج بوته از هر کرت، به‌طور تصادفی برداشت شد. سپس صفات تعداد سنبله در هر بوته، طول سنبله، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شدند. در مرحله بعد، با حذف اثرات حاشیه‌ای (دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت) سایر بوته‌های هر کرت برداشت شدند. بوته‌های برداشت شده در دمای 60 درجه سانتی‌گراد در آون به‌مدت 48 ساعت خشک و پس از توزین، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری تورم بذر مقدار یک گرم از دانه‌های مربوط به هر کرت را به‌طور جداگانه داخل یک استوانه مدرج 150 میلی‌لیتری ریخته و تا حجم 120 میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید. بعد از گذشت 24 ساعت مقدار تورم دانه‌ها از روی استوانه مدرج اندازه‌گیری و یادداشت شد. در طی این مدت، چندین‌بار استوانه را تکان داده و در پایان کار، حجم دانه‌های متورم‌شده بر حسب سانتی‌متر مکعب بیان شد (Sharma & Koul, 1986). درصد موسیلاژ دانه با استفاده از روش ارایه شده توسط کالیاناساندارام و همکاران (Kalyanasundaram et al., 1982) اندازه‌گیری شد. در این روش یک گرم بذر خشک را در 10 میلی‌لیتر اسید کلریدریک 0/1 نرمال تا زمانی که در پوسته بذر تغییر رنگ به وجود آید، جوشانده و پس از این وضعیت، محلول موسیلاژ اولیه به‌دست می‌آید که آن را به ظرف دیگری انتقال می‌دهیم. سپس بذرهای باقی‌مانده در ظرف اول دو بار و هر بار با پنج میلی‌لیتر آب جوش شسته شده و به محلول موسیلاژ اولیه اضافه می‌شود. آن‌گاه 60 میلی‌لیتر الکل اتیلیک 96 درصد به محلول موسیلاژ به‌دست آمده اضافه و به‌مدت پنج ساعت در یخچال نگه‌داری می‌شود. رسوب حاصله پس از صاف کردن در آون 50 درجه سانتی‌گراد به‌مدت 12 ساعت قرار داده می‌شود و وزن رسوب خشک به‌عنوان مقدار موسیلاژ کل در نظر گرفته می‌شود. پس از اندازه‌گیری درصد موسیلاژ، با در نظر گرفتن عملکرد بذر هر کرت، عملکرد موسیلاژ بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید (معادله 1). برای محاسبه شاخص تورم بذر نیز از معادله 2 استفاده گردید (Kalyanasundaram et al., 1982).

معادله (1) درصد موسیلاژ×عملکرد بذر=عملکرد موسیلاژ

معادله (2) 100/ درصد موسیلاژ در هر گرم بذر×میزان تورم =شاخص تورم

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Macro در محیط Excel انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون LSD در سطح احتمال 0/05 استفاده شد.

نتایج و بحث

رشد زایشی و عملکرد بذر

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تأثیر کاربرد منابع کودی و تراکم‌های مختلف کاشت و نیز اثر متقابل این دو عامل، بر صفات مرتبط با رشد زایشی اسفرزه شامل تعداد سنبله در هر بوته، طول سنبله، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جدول 4). نتایج مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که مصرف منابع کودی و تغییر تراکم کاشت اثر قابل توجهی بر صفات مذکور نداشت (جدول 5). بر این اساس، در زراعت اسفرزه مصرف مستقیم مقادیر کودیِ مطالعه شده در آزمایش کنونی از نظر آماری دارای توجیه اقتصادی نمی‌باشد. قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2011) نیز در مورد تأثیرپذیری تعداد سنبله در هر بوته اسفرزه از منابع کودهای شیمیایی و آلی نتایج مشابهی گزارش کردند. عدم تأثیر معنی‌دار منابع کودی بر

رشد زایشی اسفرزه می‌تواند ناشی از نیاز کودی پایین این گیاه باشد (Fallahi et al., 2018). بر اساس یافته‌های پژوهش فعلی، به نظر می‌رسد گیاه اسفرزه حداقل تا سطح تراکمی 60 بوته در مترمربع، بدون مصرف منابع کودی و تنها با اتکاء به مقدار عناصر غذایی موجود در خاک مزرعه (جدول 3) که مقدار آن‌ها نیز در مقایسه با بسیاری از خاک‌های زراعی کم‌تر می‌باشد، رشد زایشی مناسبی را داشته است که حاکی از نیاز غذایی پایین این گیاه می‌باشد. برای درک واکنش کودی این گیاه در سطوح تراکمی بالاتر نیاز به انجام مطالعات تکمیلی می‌باشد.

جدول 5- مقایسه میانگین اثر ساده مصرف انواع کودهای دامی و شیمیایی و تراکم گیاهی بر صفات زایشی در گیاه دارویی اسفرزه

Table 5- Mean comparisons for the simple effects of different types of organic and chemical fertilizers and plant density on reproductive traits in the isabgol as a medicinal plant

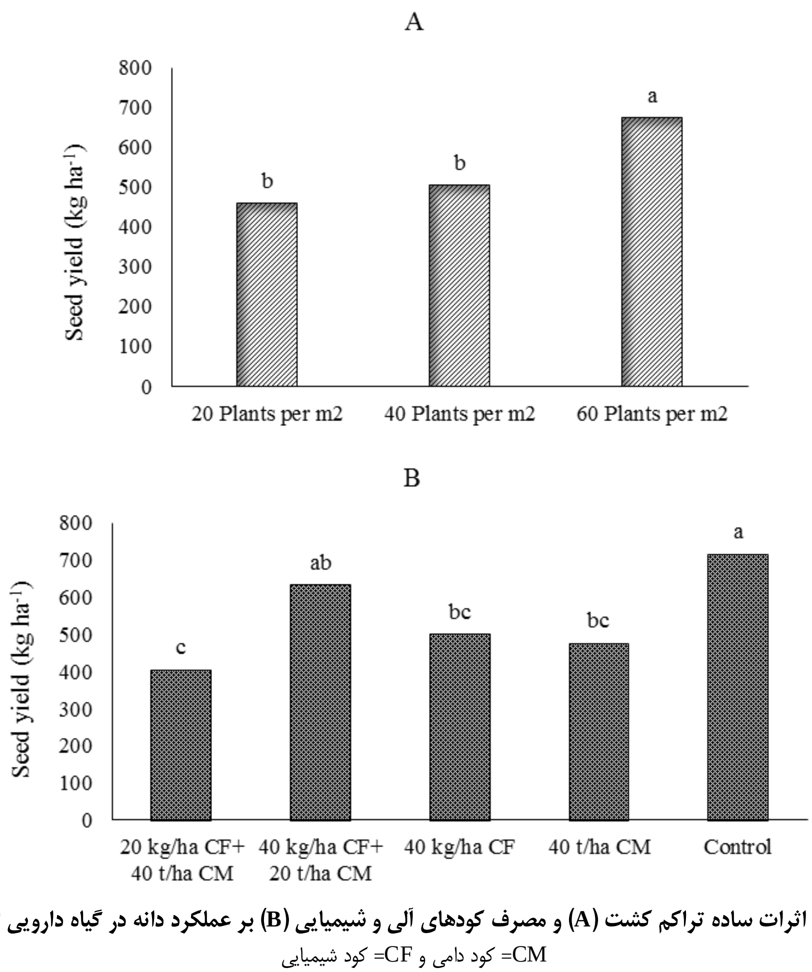
تیمارها Treatments	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)	وزن سنبله Spike weight (g)	طول سنبله Spike length (cm)	تعداد سنبله در گیاه Number of spikes plant	تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike
نوع کود مصرفی Type of fertilizer					
شاهد Control	1.66[a*]	0.21[a]	3.45[a]	46.8[ab]	93.7[ab]
40 تن در هکتار کود دامی 40 $t.ha^{-1}$ CM	1.65[a]	0.22[a]	3.81[a]	40.8[b]	81.7[b]
40 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی 40 $kg.ha^{-1}$ CF	1.66[a]	0.20[a]	3.56[a]	44.5[ab]	89.1[ab]
20 تن کود دامی + 40 کیلوگرم کود شیمیایی 20 $t.ha^{-1}$ CM+ 40 $kg.ha^{-1}$ CF	1.75[a]	0.22[a]	3.58[a]	44.2[ab]	88.4[ab]
20کیلوگرم کود شیمیایی و 40 تن کود دامی 40 $t.ha^{-1}$ CM+ 20 $kg.ha^{-1}$ CF	1.60[a]	0.24[a]	3.75[a]	53.7[a]	107.5[a]
تراکم بوته Plant density ($plants.m^{-2}$)					
20	1.68[a]	0.21[a]	3.46[a]	8.97[a]	74.2[a]
40	1.60[a]	0.22[a]	3.73[a]	9.49[a]	80.9[a]
60	1.72[a]	0.23[a]	3.69[a]	9.17[a]	80.9[a]

*در هر ستون و برای هر فاکتور میانگین‌های دارای حرف یکسان ، فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند. CM= کود دامی و CF= کود شیمیایی.

*Means with of the same letter in each column, have no significant difference based on the LSD test at the probability level of 5%- CM= cow manure, CF= chemical fertilizer.

اثرات سادهٔ مصرف منابع کودی و تراکم کاشت بر عملکرد بذر در گیاه دارویی اسفرزه معنی‌دار بود، امّا تأثیر متقابل این دو، بر صفت مذکور معنی‌دار نبود (جدول 4). مصرف منفرد و تلفیقی منابع کودی بر عملکرد بذر اثر منفی بر جا گذاشت، به‌طوری‌که به‌عنوان مثال مقدار این شاخص در تیمار مصرف هم‌زمان 40 تن کود دامی و 20 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی حدود 43 درصد کم‌تر از تیمار شاهد (عدم مصرف کود) بود (شکل 1). تأثیر منفی استفاده از منابع کودی بر عملکرد اسفرزه می‌تواند ناشی از بالا بودن مقدار کود مورد استفاده در مطالعه کنونی باشد که احتمالاً موجب بروز سمیت عناصر غذایی برای گیاه شده است. فلاحی و همکاران (Fallahi et al., 2018) در پژوهشی عدم تأثیر مصرف منابع کودی بر عملکرد اسفرزه را به کودپذیری کم و نیز نیاز غذایی پایین این گیاه نسبت داده و بیان داشتند که مصرف مستقیم عناصر غذایی در زراعت اسفرزه سودمند نیست و بهتر است آن‌ها را در زراعت قبل از اسفرزه در طی تناوب مصرف نمود. با این وجود در مطالعات دیگری نقش مفید مصرف مستقیم منابع کودی در افزایش رشد و عملکرد اسفرزه مورد تأیید قرار گرفته است (Pouryousef et al., 2014; Ghasemi et al., 2014). این تفاوت‌ها که احتمالاً ناشی از تفاوت در خصوصیات خاکی

و ژنوتیپ مورد استفاده در این آزمایشات می‌باشد، انجام مطالعات تکمیلی جهت تعیین حدِ بحرانی عناصر غذایی موجود در خاک برای گیاه اسفرزه و نیز تعیین میزان واکنش گیاه به افزایش محتوای عناصر خاک را ضروری می‌نماید. تراکم گیاهی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد بذر گیاه اسفرزه داشت؛ به‌طوری‌که مقدار این صفت در سطوح 40 و 60 بوته در مترمربع به‌ترتیب 10 و 39 درصد بیش‌تر از تراکم 20 بوته در مترمربع بود (شکل 1). صباغ نکونام و رزمجو (Sabbagh Nekonam & Razmjoo, 2007) نیز در بررسی تأثیر تراکم گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه به این نتیجه رسیدند که با افزایش تراکم گیاهی تا سطح 70 بوته در مترمربع، عملکرد بذر بالا می‌رود. اصغری پورچمن (Asghari Pourchman, 2001) گزارش کرد که با افزایش مقدار بذر مصرفی اسفرزه از چهار به 12 کیلوگرم در هکتار به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه افزایش می‌یابد. در تحقیق دیگری در شرایط اقلیمی اصفهان تراکم 120 تا 160 بوته در مترمربع برای حصول بیش‌ترین عملکرد کاه و کلش و عملکرد دانه در گیاه اسفرزه توصیه شد (Sabbagh Nekonam & Razmjoo, 2007). نتایج تحقیق دیگری بیانگر حصول حداکثر عملکرد دانه برای گیاهان اسفرزه و پسیلیوم از تراکم های 100 و 70 بوته در مترمربع می باشد (Rahimi et al., 2014). با توجه به نتایج آزمایشات ذکر شده و یافته‌های پژوهش کنونی به نظر می‌رسد تراکم کاشت مناسب برای اسفرزه بیش از 60 بوته در مترمربع می‌باشد.



شکل 1- اثرات ساده تراکم کشت (A) و مصرف کودهای آلی و شیمیایی (B) بر عملکرد دانه در گیاه دارویی اسفرزه

CM= کود دامی و CF= کود شیمیایی

Fig. 1- Simple effects of plant density (A) and application of organic and chemical fertilizers (B) on seed yield in the isabgol

CM=cow manure, CF=chemical fertilizer

کیفیت بذر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر مصرف کودهای شیمیایی و آلی و نیز تراکم‌های مختلف کاشت و اثر متقابل این دو فاکتور بر درصد موسیلاژ، میزان تورم بذر و شاخص تورم بذر اسفرزه معنی‌دار نبود (جدول 6). نتایج مقایسه میانگین‌ها نیز مؤید همین مطلب بود و مصرف منابع کودی تأثیر نسبتاً مثبت، امّا غیرمعنی‌داری بر این شاخص‌ها داشت (جدول 7). در آزمایش مشابهی میزان موسیلاژ گیاه *Plantago areteria* L. نیز در شرایط دریافت کود نسبت به عدم مصرف کود افزایش نسبی نشان داد (Hendawy, 2008). محققین دیگری نیز در پژوهشی دریافتند که اثر کود دامی بر درصد موسیلاژ دانه اسفرزه معنی‌دار نبود، با این‌حال بیش‌ترین مقدار موسیلاژ در شرایط مصرف پنج تن کود دامی در هکتار به‌دست آمد (Shah & Ahmad, 2006). برتری نسبی درصد موسیلاژ دانه اسفرزه در شرایط به‌کارگیری منابع کودی خصوصاً کودهای آلی می‌تواند به‌دلیل اثرات مفید کودها در افزایش رشد ریشه، عرضهٔ مناسب عناصر غذایی، افزایش سطح برگ و بهبود فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد در دانه‌ها باشد (Pouryousef et al., 2011; Koocheki et al., 2004). در آزمایش کنونی از نظر درصد موسیلاژ بین تیمارهای تراکمی تفاوتی مشاهده نشد (جدول 7). نتایج تحقیق مشابهی نیز نشان داد بین درصد موسیلاژ دانه در مقادیر مختلف بذر مصرفی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، امّا بیش‌ترین مقدار آن در کم‌ترین میزان بذر کاشته شده مشاهده گردید (Dorry, 2006). در گزارش دیگری نیز بیان شد که درصد موسیلاژ دانه گیاه اسفرزه تحت تأثیر تراکم بذر قرار نمی‌گیرد (Rahimi, 2011). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2004) نیز در پژوهشی تأثیر تراکم بوته را بر فاکتور تورم اسفرزه غیرمعنی‌دار گزارش نمودند.

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهندهٔ اثر معنی‌دار مصرف کودهای دامی و شیمیایی بر عملکرد موسیلاژ اسفرزه بود، امّا تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول 6). در بین تیمارهای کودی، بیش‌ترین عملکرد موسیلاژ مربوط به تیمار مصرف هم‌زمان 40 کیلوگرم کود شیمیایی + 20 تن در هکتار کود گاوی و کم‌ترین مقدار آن مربوط به گیاهانی بود که هیچ نوع کودی را دریافت نکرده بودند. این دو تیمار با یکدیگر حدود 15 درصد اختلاف نشان دادند (شکل 2). بالا بودن میزان عملکرد موسیلاژ در تیمار مذکور ناشی از وضعیت نسبتاً مناسب این تیمار از حیث درصد موسیلاژ می‌باشد (جدول 7). یاداو و همکاران (Yadav et al., 2003) در تحقیق مشابهی مشاهده کردند که کاربرد کود شیمیایی نیتروژن به همراه کود دامی به‌صورت تلفیقی موجب افزایش عملکرد موسیلاژ در گیاه اسفرزه گردید.

جدول 6- میانگین مربعات مربوط به صفات کیفی اسفرزه تحت تأثیر مصرف کودهای دامی و شیمیایی در سطوح مختلف تراکم کاشت

Table 6- Mean squares of the qualitative traits of isabgol under the influence of cow manure and chemical fertilizers at different levels of plant density

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد موسیلاژ Mucilage percentage	عملکرد موسیلاژ Mucilage yield	تورم بذر Seed swelling	شاخص تورم Swelling factor
بلوک Replication	2	12.75 ns	104.31 ns	1.07 ns	0.012 ns
تراکم کاشت Plant density	2	5.70 ns	713.49 ns	1.10 ns	0.126 ns
مدیریت کودی Fertilizer	4	2.92 ns	1708.27**	1.02 ns	0.054 ns
کود × تراکم Density× Fertilizer	8	6.15 ns	635.53 ns	4.07 ns	0.116 ns
خطا Error	28	6.56	419.25	3.01	0.103
ضریب تغییرات % (C.V)	-	25.27	37.60	18.48	33.758

ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار؛ * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

ns: no-significant, * and **, significant at a probability level of 5 and 1%, respectively.

جدول 7 - مقایسه میانگین مربوط به تأثیر انواع کود و تراکم گیاهی بر صفات کیفی اسفرزه

Table 7 - Means comparison for the effect of different types of fertilizers and plant density on the qualitative characteristics of isabgol

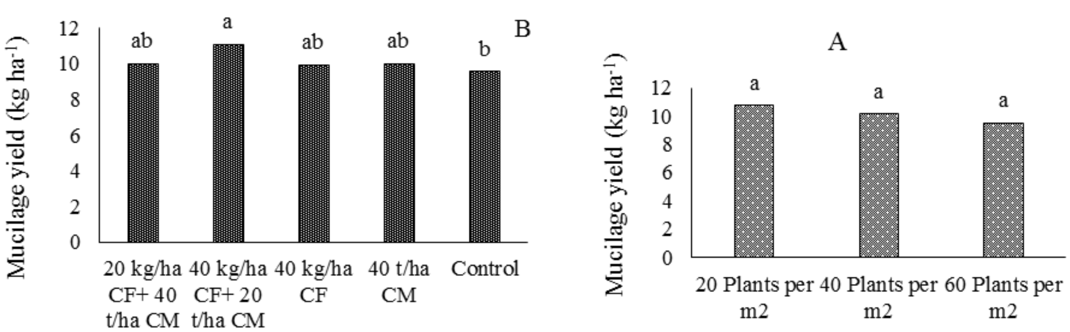
تیمارها Treatments	درصد موسیلاژ Mucilage percentage	تورم بذر Seed swelling (ml)	شاخص تورم Swelling factor
	نوع کود مصرفی **Fertilizer type**		
شاهد Control	9.57[a*]	8.94[a]	0.89[a]
40 تن در هکتار کود دامی 40 $t.ha^{-1}$ CM	10.03[a]	9.11[a]	0.95[a]
40 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی 40 $kg.ha^{-1}$ CF	9.96[a]	9.96[a]	0.96[a]
20 تن کود دامی + 40 کیلوگرم کود شیمیایی 20 $t.ha^{-1}$ CM+ 40 kg ha^{-1} CF	11.10[a]	9.66[a]	0.88[a]
20کیلوگرم کود شیمیایی و 40 تن کود دامی 40 $t.ha^{-1}$ CM+ 20 $kg.ha^{-1}$ CF	10.00[a]	9.55[a]	1.07[a]
	تراکم بوته **Plant density ($plants.m^{-2}$)**		
20	10.74[a]	9.26[a]	1.05[a]
40	10.14[a]	9.70[a]	0.93[a]
60	9.51[a]	9.20[a]	0.87[a]

*میانگین‌های دارای حرف یکسان در هر ستون و برای هر فاکتور، فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند.

CM= کود دامی و CF= کود شیمیایی.

*Means of the same letter in each column, have no significant difference based on the LSD test at the probability level of 5%.
CM=cow manure, CF=chemical fertilizer.

آن‌ها این امر را به اثر مفید کود دامی در عرضه تدریجی و متعادل عناصر غذایی و در نتیجه بهبود فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد در مخازن مرتبط دانستند. در مجموع نتایج آزمایش کنونی نشان داد که اگرچه برخی تیمارهای کودی درصد موسیلاژ دانه را مقداری افزایش دادند (جدول 7)، امّا به‌دلیل کاهش عملکرد دانه (شکل 1) نتوانستند موجب بهبود قابل توجه عملکرد موسیلاژ شوند (شکل 2).



شکل 2- مقایسه میانگین اثر ساده تراکم کاشت (A) و مصرف منابع کودی (B) بر عملکرد موسیلاژ در گیاه دارویی اسفرزه

CM= کود دامی و CF= کود شیمیایی

Fig. 2- Simple effect of plant density (A) and fertilizer application (B) on mucilage yield of isabgol
CM=cow manure, CF=chemical fertilizer

نتیجه‌گیری

در پژوهش کنونی اثر تراکم بوته بر عملکرد دانـه و اثـر مصـرف منابع کودی بر عملکرد دانه و عملکرد موسیلاژ در گیاه دارویی اسفرزه معنی‌دار بود، ولی سایر صفات مورد مطالعه از عوامل آزمایشـی اثـری

نپذیرفتند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که در گیاه اسفرزه به‌دلیل کوچک بودن اندام‌های هوایی می‌توان با افزایش تعداد بوته از 20 بـه 60 بوته در متر مربع، عملکرد بـالاتری را کسـب نمـود. هـم‌چنـین، مشاهده شد که گیاه اسفرزه نیاز غذایی بالایی ندارد و از این‌رو مصرف منابع کودی نتوانست باعث بهبود اکثر صـفات مـورد مطالعـه شـود. بنابراین، مصرف مستقیم کود در زراعت این گیاه در خاک‌های دارای مقدار متوسطی از عناصر غذایی، از لحاظ اقتصادی دارای توجیه نمی‌باشد. نتایج آزمایش کنونی با برخی مطالعات پیشین بر روی اسـفرزه هم‌خوانی نداشت. بنابراین، به نظر می‌رسد برای درک واکنش کودی این گیاه در سطوح مختلف تراکم کاشت به انجام آزمایشات تکمیلـی نیاز باشد. یک احتمال نیز وجود دارد که سطوح کودیِ مورد اسـتفاده در این آزمایش بیش از حد نیاز گیاه بوده باشـد و از ایـن رو مصـرف مقادیر کم‌تر کود دامی و شیمیایی ممکن است سودمندی بیش‌تری را ایجاد نماید.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه بیرجند جهت تأمین هزینه‌های مالی اجرای طرح و از آموزشکده کشاورزی سرایان جهـت فراهم نمودن امکان اجرای طرح سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

Asadi, G., Momen, A., Nurzadeh Namaghi, M., and Khorramdel, S. 2015. Effects of different fertilizer treatments on quantitative and qualitative characteristics of isabgol (*Plantago ovata*). Journal of Horticultural Science 29(1): 47-54. (In Persian with English Summary)

Asghari Pourchman, M. 2001. Effects of planting date and seed amount per unit area on morphological characteristics and medicinal plant quality isabgol (*Plantago ovata* L). MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Davazdah Emami, S., and Majnoon Hosseini, N. 2008. Cultivation and Production of Medicinal Plants and Species. Tehran University Press, Iran. pp. 39-49. (In Persian)

Dorry, M.A. 2006. Effects of seed rate and planting dates on seed yield and yield components of *Plantago ovata* in dry farming. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 22(3): 262-269. (In Persian with English Summary)

Fallahi, H.R., Taherpour Kalantari, R., Asadian, A.H., Aghhavani-Shajari, M., and Ramazani, H.R. 2018. Effect of different soil fertilizing agents on growth and yield of isabgol and black seed as two medicinal plants. Iranian Journal of Field Crop Science, In Press. (In Persian with English Summary)

Fallahi, H.R., and Mahmoodi, S. 2018. Influence of organic and chemical fertilization on growth and flowering of saffron under two irrigation regimes. Saffron Agronomy & Technology 6(2): 147-166. (In Persian with English Summary)

Ghanbari, A., Ahmadian, A., and Gelavi, M. 2009. Effect of irrigation frequency on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum*). Iranian Journal of Agricultural Research 3(2): 262-255. (In Persian with English Summary)

Ghasemi Siani, E., Fallah, S., and Tadayyon, A. 2011. Study on yield and seed quality of *Plantago ovata* Forssk under different nitrogen treatments and deficit irrigation. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 27(3): 517-528. (In Persian with English Summary)

Ghasemi, K., Fallah, S., Raeisi, F., and Heidari, M. 2014. The effect urea and biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.) medicinal plant. Journal of Plant Production 20(4): 101-116. (In Persian with English Summary)

Hendawy, S.F. 2008. Comparative study of organic and mineral fertilization on *Plantago arenarria* plant. Journal of Applied Sciences Research 4(5): 500-506.

Kalyanasundaram, N.K., Patel, P.B., and Dalal, K.C. 1982. Nitrogen need of *Plantago ovata* Forsk. in relation to the available nitrogen in soil. Indian Journal of Agricultural Sciences 52(4): 240-242.

Koocheki, A., Tabrizi, L., and Nassiri Mahallati, M. 2004. Organic cultivation of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium* in response to water stress. Iranian Journal of Field Crops Research 2: 67-79. (In Persian with English Summary)

Mosavi, S.G.R., Segatoleslami, M.J., and Pooyan, M. 2012. Effect of planting date and plant density on yield and seed yield components of *Plantago ovata* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 27(4): 681-699. (In

Persian with English Summary)

Nasirzade, S., Fallah, S., Kiani, S., and Mohammadkhani, A. 2005. Effect of different levels of cow manure and urea on quantitative and qualitative characteristics of isabgol (*Plantago ovata* Forssk.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 31(1): 41-51. (In Persian with English Summary)

Neisani, S., Fallah, S., and Raiesi, F. 2012. The effect of poultry manure and urea on agronomic characters of forage maize under drought stress conditions. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science 21(4): 63-76. (In Persian with English Summary)

Pouryousef, M., Mazaheri, D., Chaiechi, M.R., Rahimi, A., and Tavakoli, A. 2011. Effect of different soil fertilizing treatments on some of agro-morphological traits and mucilage of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.). Electronic Journal of Crop Production 3(2): 193-213. (In Persian with English Summary)

Pouryousef, M., Mazaheri, D., Chaiechi, M.R., Rahimi, A., and Jafari, A.A. 2014. Effects of different soil fertilizing treatments (chemical, organic and integrated) on yield, yield components and seed mineral nutrients content of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk.). Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) 102: 82-91. (In Persian with English Summary)

Rahimi, A., Jahansozb, M.R., Madah Hoseini, S., Sajjadinia, A.R., Roosta, H.R., and Fateh, E. 2011.Water use and water-use efficiency of Isabgol (*Plantago ovata*) and French psyllium (*Plantago psyllium*) in different irrigation regimes. Australian Journal of Crop Science 5(1): 71-77.

Rahimi, M., Jahansoz, M.R., and Rahimian Mashhadi, H.R. 2014. Effect of drought stress and plant density on quantity and quality charactristics of isabgol (*Plantago ovata*) and french psyllium. Journal of Crop Production and Processing 12:143-156. (In Persian with English Summary)

Sabbagh Nekonam, M., and Razmjoo, K.H. 2007. Effect of plant density on yield, yield components and effective medicine ingredients of blond psyllium (*Plantago ovata* Forsk.) accession. International Journal of Agriculture and Biology 9(4): 606-609.

Shah, Z., and Ahmad, M.I. 2006. Effect of integrated use of farm yard manure and urea on yield and nitrogen uptake of wheat. Journal of Agricultural and Biological Science 1(1): 60-65.

Sharma, P.K., and Koul, A.K. 1986. Mucilage in seeds of *Plantago ovata* and its wild allies. Journal of Ethnopharmacology 17(3): 289-295.

Yadav, R.L., Keshwa, G.L., and Yadav, S.S. 2003. Effect of integrated use of FYM and sulfur on growth and yield of isabgol. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences 25: 668-671.

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 1139-1150

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص 1150-1139

Influence of Plant Density, Single and Combined Application of Cow Manure and Chemical Fertilizer on Seed and Mucilage Yields in Isabgol (*Plantago ovata* Forssk.)

M. Khavari[1], M.A. Behdani[2*] and H.R. Fallahi[3]

Submitted: 20-05-2018
Accepted: 21-08-2018

Khavari, M., Behdani, M.A., and Fallahi, H.R. 2019. Influence of plant density, single and combined application of cow manure and chemical fertilizer on seed and mucilage yields in isabgol (*Plantago ovata* Forssk.). Journal of Agroecology. 11(3): 1139-1150.

Introduction

Medicinal plants are valuable resources that they can play an important role in the health of the community, employment, increasing non-oil exports and preventing the genetic erosion of valuable species. The increasing tendency towards herbal medicine in the treatment of diseases, whether globally or internally, makes it unavoidable the necessity of medicinal plants cultivation in agroecosystems. Isabgol (*Plantago ovata* Forssk.) is an annual herbal medicinal plant from Plantaginaceae family, which about 25% of its seed weight is mucilage. It has originated from arid and semi-arid areas and is used widely in traditional and industrial pharmacology. The seeds of isabgol contain fatty oil, carbohydrates, proteins, mineral element and particularly mucilage which has many medical applications. Low water requirement and short growth period, makes this plant suitable for planting in semi-arid areas such as Khorasan. However, to the best of our knowledge, so far, the adaptability, growth, and yield of this plant have not been fully investigated in this area. Accordingly, the aim of this study was to investigate the effect of plant density and single or combined application of cow manure (CM) and chemical fertilizers (CF) on yield and yield components of the isabgol.

Materials and Methods

This experiment was arranged as a factorial layout based on a randomized complete block design with three replications at Sarayan Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran during 2017. Fertilization treatments consisted of single (40 $t.ha^{-1}$ CM and 40 $kg.ha^{-1}$ CF from the source of NPK) and combined (40 $t.ha^{-1}$ CM + 20 $kg.ha^{-1}$ CF and 20 $t.ha^{-1}$ CM + 40 $kg.ha^{-1}$ CF) application of organic and chemical fertilizers along with a control (no-fertilizer) which were evaluated at three levels of density (20, 40 and 60 plants. m^{-2}). The measured traits included number of spikes per plant, spike weight, spike length, number of seeds per spike, 1000-seed weight, biological yield, seed yield, harvest index, mucilage percentage, mucilage yield, and seed swelling factor. Data analysis was done using SAS 9.2 and means were compared using FLSD test at a 5% level of probability.

Results and Discussion

Among all studied traits, the only simple effect of fertilizer application on seed and mucilage yields and the simple effect of plant density on seed yield was significant. Seed yield increased when plant density was enhanced, so that, this index was 459, 504 and 673 $kg.ha^{-1}$ for planting densities of 20, 40 and 60 $plants.m^{-2}$, respectively. Fertilizers' application in all levels of density decreased the seed yield. The highest seed yield belonged to non-fertilizer application and 60 $plants.m^{-2}$ with 806.6 $kg.ha^{-1}$, and the lowest amount of this index was obtained in 40 t CM + 20 kg CF at density of 40 plant m^2 with 272.2 $kg.ha^{-1}$. In terms of mucilage yield, except the treatment of 20 t CM + 40 kg CF which increased this index by 14%, other fertilizer treatments had no-significant different with control. Considering that the most traits related to yield and yield components of isabgol did not affect significantly fertilizer resources, it can be stated that these plants are suitable for low-input production systems. Therefore, it seems that the application of fertilizer resources in crops that are located prior to isabgol in rotation and availability of remaining nutrients can provide the nutritional requirements of this

1, 2 and 3- M.Sc student in Agroecology, Professor and Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: mabehdani@birjand.ac.ir)
Doi: 10.22067/jag.v11i3.72846

plant.

Conclusion

However, our findings of the response of isabgol to fertilizer application were different from the results of many previous studies on it, which reported that the use of cow manure in isabgol production, not only does not reduce seed and mucilage yield but also improved them. Probably, the amounts of fertilizers used in the current study have been higher in the plant requirements. Therefore, doing complementary studies with lower levels of fertilizers can be recommended.

Keywords: Swelling factor, Spike, Sustainable agriculture, 1000-seed weight